

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10/796,052  
3-10-04  
MORIYA et al

*McDermott Will & Emery LLP*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 1月30日

出願番号  
Application Number: 特願2002-022451

[ST. 10/C]: [JP2002-022451]

出願人  
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2004年 3月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

## 【書類名】

特許願

## 【整理番号】

102Y0055

## 【あて先】

特許庁長官殿

## 【国際特許分類】

C03B 23/043

C03B 20/00

C03B 23/045

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

## 【氏名】

大西 正志

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

## 【氏名】

相馬 一之

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100099195

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 宮越 典明

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116182

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 照雄

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】** 光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 石英ガラスを主成分とし、外形が円形のガラス素材を加熱手段により加熱して軟化させ、前記外形の直径よりも小さな外径を有する穿孔用治具を前記ガラス素材の端部から軸方向に相対的に貫入させて開孔する光ファイバ用ガラスパイプの製造方法であって、

前記穿孔用治具を前記ガラス素材に一定速度で貫入させる際の貫入圧力を検出し、この検出信号をフィードバックして前記貫入圧力が一定となるように前記加熱手段を制御することを特徴とする光ファイバ用ガラスパイプの製造方法。

**【請求項 2】** 石英ガラスを主成分とし、外形が円形のガラス素材を加熱手段により加熱して軟化させ、前記外形の直径よりも小さな外径を有する穿孔用治具を移動手段により前記加熱手段内において前記ガラス素材の端部から軸方向に相対的に貫入させて開孔する光ファイバ用ガラスパイプの製造装置であって、

前記穿孔用治具を前記ガラス素材に一定速度で貫入させる際の貫入圧力を検出する貫入圧力検出手段と、フィードバックされる前記貫入圧力検出手段からの検出信号に基づいて前記貫入圧力が一定となるように前記加熱手段を制御する制御装置とを備えたことを特徴とする光ファイバ用ガラスパイプの製造装置。

**【請求項 3】** 前記貫入圧力検出手段が、前記穿孔用治具を先端に取付けた固定軸の後端に設けられたロードセルであること、を特徴とする請求項 2 に記載した光ファイバ用ガラスパイプの製造装置。

**【請求項 4】** 前記貫入圧力検出手段が、前記移動手段が消費する電力を検出する電力検出手段であること、を特徴とする請求項 2 に記載した光ファイバ用ガラスパイプの製造装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置に係り、ピアッシング法により光ファイバ用ガラスパイプを製造する光ファイバ用ガラスパ

イプの製造方法および製造装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

これまでの光ファイバ用ガラスパイプの製造においては、ドリルを用いた冷間加工方法、ドリルの先端に超音波を付与する方法、さらに材料であるガラスロッドを加熱・軟化させた状態で例えば高温に耐えるカーボン製の治具を嵌入させるピアッシング法などがある。

#### 【0003】

このピアッシング法としては、例えば特許-2798465号公報に示されているようなものがある。図5には、ピアッシング法により光ファイバ用ガラスパイプ等のガラスシリンダを製造する製造装置30が示されている。

すなわち、加熱手段としての例えば高周波誘導炉である加熱炉31を挟んで図5において左側には入口側ベッド32が設けられ、右側には出口側ベッド33が設けられている。

#### 【0004】

入口側ベッド32の上には、搬入方向（左右方向）に移動自在な移動手段としての第1の主軸送りテーブル34が設けられている。この第1の主軸送りテーブル34の両側にはチャック35、36が設けられており、加熱炉31側（図5において右側）のチャック36により被加工物である長尺のガラスロッド37を把持して、回転駆動機構により回転させる。

#### 【0005】

第1の主軸送りテーブル34により支持されたガラスロッド37の先端は、加熱炉31の内部に位置決めされ、コイル38に所定の交流が通電されることで黒鉛のような発熱体39が発熱して、ガラスロッド37を軟化点まで加熱する。

なお、長尺のガラスロッド37の姿勢を安定させるために、途中位置にサポートローラ40が設けられている。このサポートローラ40は、上下方向および図5において左右方向に位置調整自在となっている。

#### 【0006】

一方、出口側ベッド33の上には、図5において左右方向に移動自在な移動手

段としての第2の主軸送りテーブル41が設けられている。この第2の主軸送りテーブル41の両側にはチャック42、43が設けられており、加熱炉31側のチャック42により石英ガラス製のダミーシリンダ44が回転自在に把持されている。

また、ダミーシリンダ44の先端部は、加熱炉31の発熱体39と一体に設けられている引抜き用のダイス45に外周嵌合すると共に、ダミーシリンダ44の先端面は被加工物である長尺のガラスロッド37の先端面に融着するようになっている。

#### 【0007】

また、出口側ベッド33の図5において右端には、固定台46が固定的に設けられており、固定軸47の一端（右側端）が支持されている。この固定軸47の他端（左側端）は、ダミーシリンダ44の筒内を通して加熱炉31の中央まで達しており、先端にはガラスロッド37の外径よりも小さく、カーボン製のような高温に耐える穿孔用治具48が取付けられている。

#### 【0008】

従って、ガラスロッド37を穿孔するときには、まず第1の主軸送りテーブル34および第2の主軸送りテーブル41を搬入方向の移動を拘束したまま、ガラスロッド37の端部とダミーシリンダ44の端部とを同心的に突合わせ、回転させながら加熱炉31でガラスロッド37を軟化点まで加熱して融着させる。

この際、穿孔用治具48が取付けられた固定軸47は、予めダミーシリンダ44の内部に嵌装しておき、穿孔用治具48の先端をガラスロッド37の先端中心に係合させる。

#### 【0009】

次に、ガラスロッド37が引抜き成形可能な加熱状態となっていることを確認して、ガラスロッド37およびダミーシリンダ44を回転させながら、第1の主軸送りテーブル34および第2の主軸送りテーブル41を所定の送り速度で搬入方向へ移動させる。

以上のようにして、ピアッシング法によりガラスロッド37から光ファイバ用ガラスパイプが成形される。

## 【0010】

このようなピアッシング法によると、穿孔用治具 48 により加工された開孔部内面が平滑であることや、大型・長尺母材についても高歩留で開孔可能であるという点で優れている。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、ピアッシング法による加工においては、貫入部のガラスロッド 37 の粘度が常に一定であり、加工後の残留応力や製品の外径、内径等の寸法にばらつきがないのが理想である。

しかしながら、前述したような従来のピアッシング法においては、加工中にガラスロッドの形状がわずかに変化している部分では加工粘度が異なるために、冷却後の残留応力に分布が生じて再加熱時にクラックが発生しやすくなったり、加工後の寸法精度が劣化するためにファイバ化後の長手方向の特性が変動する等の問題がある。

## 【0012】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、同一粘度下で穿孔することにより、残留応力や寸法のばらつきを防止することのできる光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置を提供することにある。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造方法は、請求項 1 に記載したように、石英ガラスを主成分とし、外形が円形のガラス素材を加熱手段により加熱して軟化させ、前記外形の直径よりも小さな外径を有する穿孔用治具を前記ガラス素材の端部から軸方向に相対的に貫入させて開孔する光ファイバ用ガラスパイプの製造方法であって、

前記穿孔用治具を前記ガラス素材に一定速度で貫入させる際の貫入圧力を検出し、この検出信号をフィードバックして前記貫入圧力が一定となるように前記加熱手段を制御することを特徴としている。

## 【0014】



ここで、材料となるガラス素材としては、中実状のガラスロッドや、あるいは中心に小さな穴があいている中空状のガラスパイプを使用することができる。また、加熱手段としては、高周波誘導炉や電気抵抗炉等を使用することができるが、昇温・降温速度が速い高周波誘導炉の方が好ましい。また、穿孔用治具をガラス素材に貫入させる際の貫入圧力の検出は、ロードセル等の荷重センサを用いて検出することができる。あるいは、移動手段を駆動するための消費電力から検出することも可能である。

なお、穿孔用治具を相対的にガラス素材に貫入させる際には、穿孔用治具を加熱手段内において固定させ、ガラス素材を回転させながら穿孔用治具の方へ押し込んで貫入させるのが好ましい。

#### 【0015】

このように構成された光ファイバ用ガラスパイプの製造方法においては、穿孔用治具をガラス素材に一定速度で貫入させる際の圧力からガラス素材の軟化の状態を判断することができるので、貫入圧力が小さい場合には加熱手段による加熱を少なくして温度を低下させて軟化を少なくすることができる。あるいは貫入圧力が大きい場合には加熱手段による加熱を強くして温度を上げ、軟化をさらに強くすることができる。

従って、この光ファイバ用ガラスパイプの製造方法においては、穿孔するガラス素材を適正な軟化状態とすることができるので、同一粘度下で穿孔することができることになる。

これにより、従来のような加工粘度が異なるために、冷却後の残留応力に分布が生じて再加熱時にクラックが発生しやすくなったり、加工後の寸法精度が劣化するためにファイバ化後の特性の長手変動を劣化させる等の問題を解消できることになる。

#### 【0016】

また、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置は、請求項2に記載したように、石英ガラスを主成分とし、外形が円形のガラス素材を加熱手段により加熱して軟化させ、前記外形の直径よりも小さな外径を有する穿孔用治具を移動手段により前記加熱手段内において前記ガラス素材の端部から軸方向に相対的

に貫入させて開孔する光ファイバ用ガラスパイプの製造装置であって、

前記穿孔用治具を前記ガラス素材に一定速度で貫入させる際の貫入圧力を検出する貫入圧力検出手段と、フィードバックされる前記貫入圧力検出手段からの検出信号に基づいて前記貫入圧力が一定となるように前記加熱手段を制御する制御装置とを備えたことを特徴としている。

#### 【0017】

ここで、材料となるガラス素材としては、中実状のガラスロッドや、あるいは中心に小さな穴があいている中空状のガラスパイプを使用することができる。また、加熱手段としては、高周波誘導炉や電気抵抗炉等を使用することができるが、昇温・降温速度が速い高周波誘導炉の方が好ましい。また、穿孔用治具をガラス素材に貫入させる際の貫入圧力の検出は、ロードセル等の荷重センサやモータ等の移動手段の消費電力（電流、電圧等）を電力検出手段により検出することができ、検出信号は制御装置にフィードバックされる。

なお、穿孔用治具を相対的にガラス素材に貫入させる際には、穿孔用治具を加熱手段内において固定させ、ガラス素材を回転させながら穿孔用治具の方へ押し込んで貫入させるのが好ましい。

#### 【0018】

このように構成された光ファイバ用ガラスパイプの製造装置においては、穿孔用治具をガラス素材に一定速度で貫入させる際の圧力を貫入圧力検出手段により検出し、この検出信号を制御装置にフィードバックすることによりガラス素材の軟化の状態を判断することができるので、貫入圧力が小さい場合には制御装置により加熱手段による加熱を少なくして温度を低下させて軟化を少なくすることができる。あるいは貫入圧力が大きい場合には、制御装置が加熱手段による加熱を促進して温度を上げ、軟化を促進することができる。

従って、この光ファイバ用ガラスパイプの製造装置においては、穿孔するガラス素材を適正な軟化状態とすることができるので、同一粘度下で穿孔することができることになる。

これにより、従来のような加工粘度が異なるために、冷却後の残留応力に分布が生じて再加熱時にクラックが発生しやすくなったり、加工後の寸法精度が劣化

するためにファイバ化後の特性の長手変動を劣化させる等の問題を解消できることになる。

#### 【0019】

また、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置は、請求項3に記載したように、請求項2に記載した光ファイバ用ガラスパイプの製造装置において、前記貫入圧力検出手段が、前記穿孔用治具を先端に取付けた固定軸の後端に設けられたロードセルであることを特徴としている。

#### 【0020】

このように構成された光ファイバ用ガラスパイプの製造装置においては、穿孔用治具をガラス素材に貫入させる際の圧力を、穿孔用治具が取付けられている固定軸を介してロードセルにより検出することができる。

#### 【0021】

また、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置は、請求項4に記載したように、請求項2に記載した光ファイバ用ガラスパイプの製造装置において、前記貫入圧力検出手段が、前記移動手段が消費する電力を検出する電力検出手段であることを特徴としている。

#### 【0022】

このように構成された光ファイバ用ガラスパイプの製造装置においては、穿孔用治具をガラス素材に貫入させる際の圧力を、治具をガラス素材に対して相対的に移動させる移動手段の消費電力を電力検出手段により検出することにより検出することができる。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態において、既に図5において説明した部材等については、図中に同一符号あるいは相当符号を付すことにより説明を簡略化あるいは省略する。

#### 【0024】

図1～図4には、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置の実施形

態が示されている。この光ファイバ用ガラスパイプの製造装置10では、ガラス素材を軟化及び加工させるための加熱手段である加熱炉31としては、高周波誘導炉が用いられており、この加熱炉31は制御装置11に接続されている。また、高周波誘導炉の他の加熱手段としては、カーボンヒータを用いた電気抵抗炉を用いて石英ガラスを軟化及び加工させることが可能となる2000℃付近まで昇温できるものを用いることもできるが、高周波誘導炉の方が昇温・降温を迅速に制御できるので高精度制御が可能になるため好ましい。

#### 【0025】

また、図2に示すように、穿孔用治具48が先端に取付けられた固定軸47の後端部で、固定台46との間には貫入圧力検出手段としてのロードセル12が取付けられており、このロードセル12は制御装置11に接続されている。

なお、ガラス素材としてのガラスロッド37を把持した移動手段としての第1の主軸送りテーブル34は、図示省略の移動手段により移動されて、加熱炉31に一定速度で移動して供給されている。

#### 【0026】

次に、前述した光ファイバ用ガラスパイプの製造装置10を用いた光ファイバ用ガラスパイプの製造方法について説明する。

ガラスロッド37の先端が加熱炉31により軟化したら、第1の主軸送りテーブル34を加熱炉31側へ移動させて、ガラスロッド37を一定速度で送る。このとき、ガラスロッド37の先端は穿孔用治具48により外側（外周側）へ押し広げられて、内部空間14が設けられる。

なお、ガラスロッド37の搬入に伴って、 $N_2$ やAr等の不活性ガス13が搬入方向へ供給されている。

#### 【0027】

ガラスロッド37を搬入して穿孔用治具48に押し付けたときの貫入圧力を、固定軸47を介してロードセル12により検出して、制御装置11にフィードバックする。

制御装置11では、フィードバックされた貫入圧力が所定の圧力よりも小さい場合には、ガラスロッド37が軟化しすぎていると判断して、加熱炉31を降温

させる。一方、貫入圧力が所定の圧力よりも大きい場合には、ガラスロッド 37 の軟化が不足していると判断して、加熱炉 31 を昇温させる。

#### 【0028】

図 3 は、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置の別な実施形態が示されている。この製造装置は、第 1 の主軸送りテーブル 34 がモータ 50 により加熱炉 31 側へ駆動されるものであり、モータ 50 に供給される電流、電圧等の数値が制御装置 51 で検出されている。制御装置 51 では、検出された電流値や電圧値が所定値よりも小さくなっている場合は、ガラスロッド 37 が軟化しすぎていると判断して、加熱炉 31 を降温させる。

#### 【0029】

一方、検出された電流値や電圧値が所定値よりも大きくなっている場合には、ガラスロッド 37 の軟化が不足していると判断して、加熱炉 31 を昇温させる。このように、第 1 の主軸送りテーブル 34 の駆動モータ 50 の電流値や電圧値を検出することで、ガラスロッド 37 の軟化の状態を検出することができ、検出された電流値や電圧値から制御装置 51 により加熱炉 31 に対し、昇温、降温のフィードバック制御を行い、加熱炉 31 内に配置されたガラスロッド 37 の軟化が常に一定に保つことができる。

#### 【0030】

図 4 は、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置であって、流量制御装置を備えたものである。この製造装置の加熱炉 31 の内部には炉芯管 55 が配置されており、この炉芯管 55 内で、ガラスパイプの製造が行われる。炉芯管 55 の内部には、不活性ガス 13 が流量制御装置 56 を介して導入されている。炉芯管 55 内に配置されたガラスロッド 37 の軟化の状態は、上述した固定軸 47 に接続されたロードセル 12 や第 1 の主軸送りのテーブル 34 の駆動モータ 50 の電流値や電圧値等により判断される。ガラスロッド 37 の軟化の状態を所望の一定に維持すべく、炉芯管 55 の加熱炉 31 近傍において、僅かな昇温や降温が必要である場合には、炉芯管 55 内に導入される不活性ガスの流量を制御することで温度制御が可能となる。

#### 【0031】

即ち、ガラスロッド37が所望状態より僅かに軟化しすぎている場合には、流量制御装置56を制御して、不活性ガスの流量を増加させることで、炉芯管55内の雰囲気温度を僅かに下げることが可能となる。また、僅かの昇温が必要な場合は、流量制御装置56により、不活性ガスの流量を減少させることで、雰囲気温度を若干上昇させることが可能となる。

#### 【0032】

以上のような光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置10によれば、ガラスロッド37を常に一定の粘度でピアッシングすることができるので、残留応力や寸法のばらつきを防止することができ、冷却後の残留応力に分布が生じて再加熱時にクラックが発生しやすくなったり、加工後の寸法精度が劣化するためにファイバ化後の長手方向の特性が変動する等の問題を回避することができる。

また、ガラスロッド37を加熱炉31に搬入する際に、加熱炉31とガラスロッド37との間に供給する不活性ガス13の量も同時に制御することにより、制御の即応性と高精度化を図ることができる。

#### 【0033】

なお、本発明の光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置は、前述した実施形態に限定されるものでなく、適宜な変形、改良等が可能である。

すなわち、前述した実施形態では、貫入圧力検出手段として固定軸47にロードセル12を設けたが、その他、第1の主軸送りテーブル34を移動させるためにモータおよびボールナット・ボールネジ等を設けた場合には、モータが消費する電力を検出する電力検出手段を設け、この消費電力から貫入圧力を判断するようにしても良い。

#### 【0034】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置によれば、穿孔するガラス素材を適正な軟化状態とすることができるので同一粘度下で穿孔することができ、冷却後の残留応力に分布が生じて再加熱時にクラックが発生しやすくなったり、加工後の寸法精度が劣化するためにフ

ファイバ化後の特性の長手変動を劣化させる等の問題を解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置の実施形態を示す全体図である。

【図 2】

本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置の要部を示す断面図である。

【図 3】

本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置の別な実施形態を示す全体図である。

【図 4】

本発明に係る光ファイバ用ガラスパイプの製造装置であって、流量制御装置を備えた要部の模式図である。

【図 5】

従来より一般的なピアッシング法による光ファイバ用ガラスパイプの製造装置を示す全体図である。

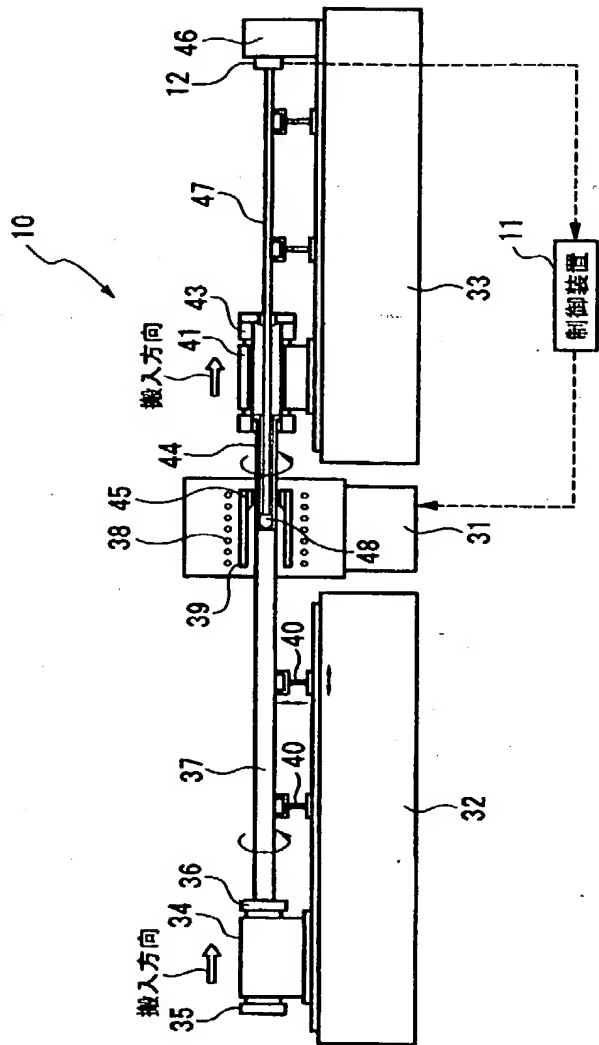
【符号の説明】

- 10 製造装置
- 11 制御装置
- 12 ロードセル（貫入圧力検出手段）
- 31 加熱炉（加熱手段）
- 34 第1の主軸送りテーブル（移動手段）
- 37 ガラスロッド（ガラス素材）
- 47 固定軸
- 48 穿孔用治具

【書類名】

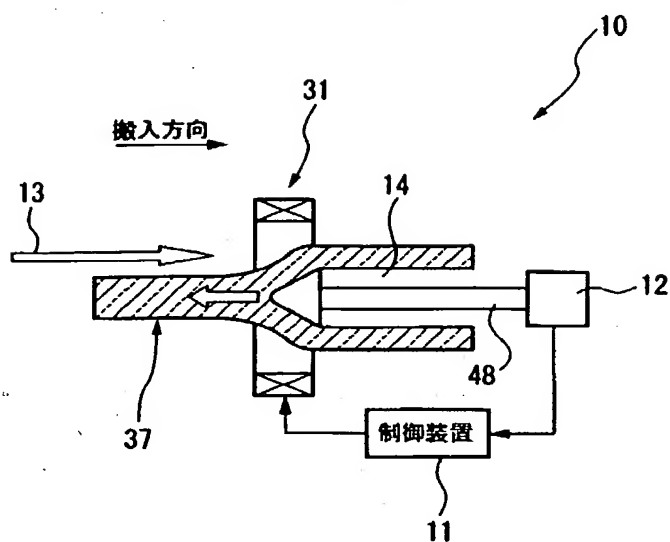
図面

【図 1】

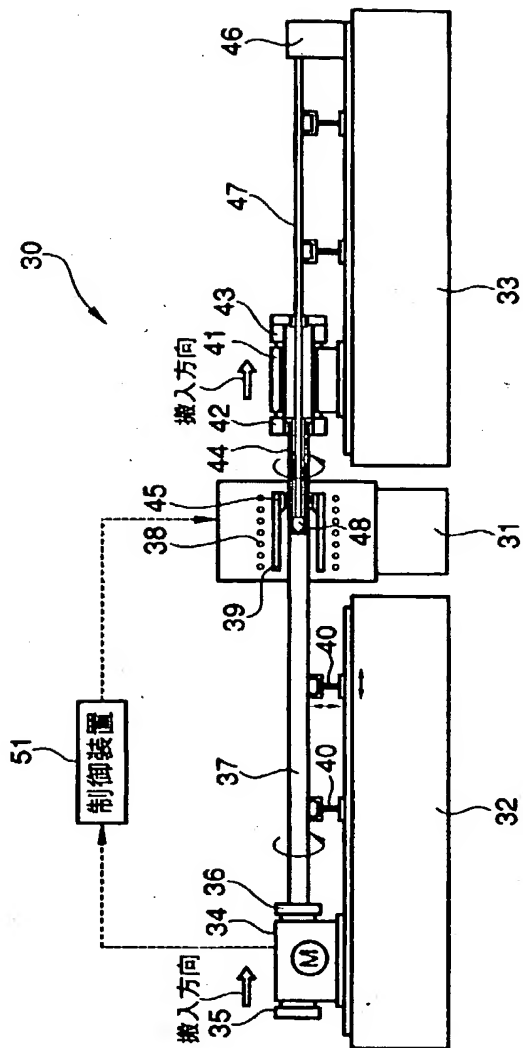




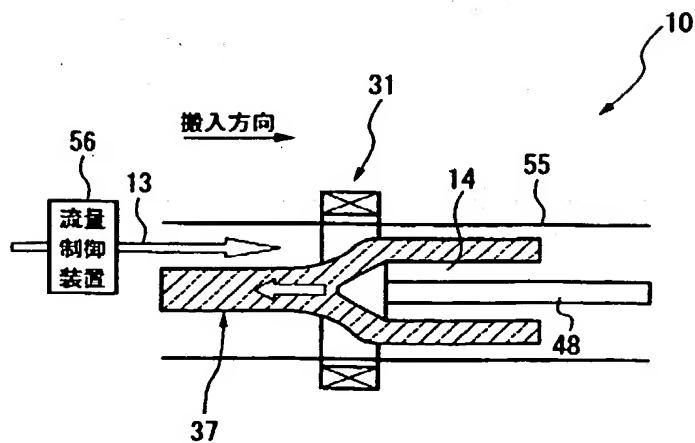
【図 2】



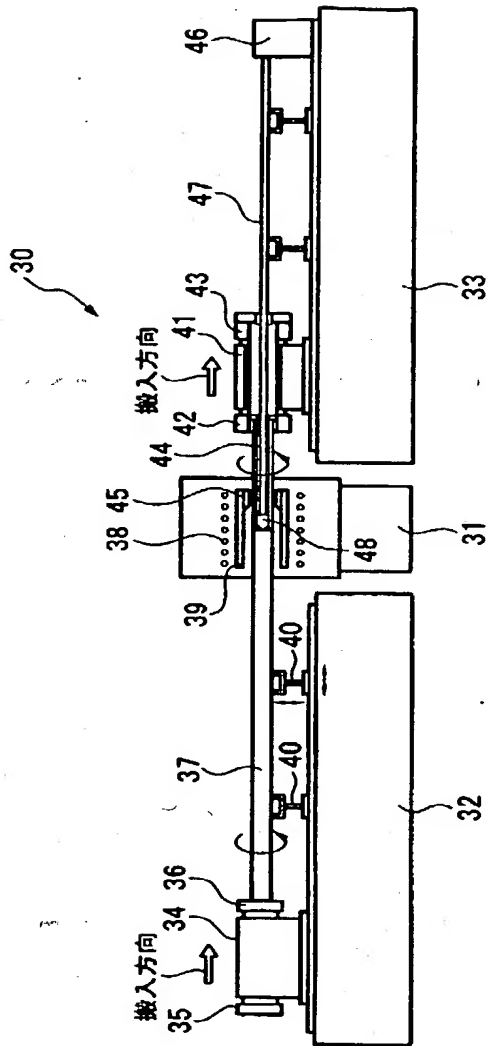
【図 3】



【図 4】



【図5】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 同一粘度下で穿孔することにより、残留応力や寸法のばらつきを防止することのできる光ファイバ用ガラスパイプの製造方法および製造装置を提供する。

**【解決手段】** 穿孔用治具 48 をガラス素材 37 に一定速度で貫入させる際の圧力を貫入圧力検出手段 12 により検出し、この検出信号を制御装置 11 にフィードバックすることによりガラス素材 37 の軟化の状態を判断することができる。すなわち、貫入圧力が小さい場合には制御装置 11 により加熱手段 31 による加熱を少なくして温度を低下させて軟化を少なくする。一方、貫入圧力が大きい場合には、制御装置 11 が加熱手段 31 による加熱を強くして温度を上げ、軟化をさらに強くする。これにより、穿孔するガラス素材 37 を同一粘度下で穿孔することができる。

**【選択図】** 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-022451
受付番号	50200125150
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 2月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 1月30日
-------	-------------

次頁無

特願 2002-022451

出願人履歴情報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1990年 8月29日

新規登録

住 所  
氏 名

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
住友電気工業株式会社